

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Eveli Tamm

**Erinevused kõnni alustamisel Microsoft Kinectiga tuvastatavates
posturaalsetes ja ajalistes parameetrites ning kõnnikiiruses ja subjektiivselt
tajutavates kõnniraskustes Parkinsoni tõvega patsientidel ning tervetel
eakaaslastel**

**Microsoft Kinect-based differences between individuals with and without Parkinson
disease in postural and temporal characteristics during gait initiation**

Magistritöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja:
Füsioteraapia assistent, K. Medijainen (MSc)

Kaasjuhendaja
Professor, P. Taba (PhD)

Autori allkiri

Tartu, 2017

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	4
LÜHIÜLEVAADE	5
ABSTRACT	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1. Parkinsoni tõve iseloomustus.....	8
1.2. Kõnnifunktsioonihäired Parkinsoni tõve korral.....	8
1.3. Kõnnifunktsiooni hindamine Parkinsoni tõvega haigetel	10
2. UURIMISTÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	12
3. UURIMISTÖÖ METOODIKA	13
3.1. Vaatlusalused	13
3.2. Uuringu korraldus	14
3.3. Uurimismeetodid	15
3.3.1. Posturaalsete ja ajaliste erinevuste hindamine seismisasendis ning kõnni alustamisel Parkinsoni tõvega ja tervetel uuritavatel	15
3.3.2. Erinevuste hindamine subjektiivselt tajutud kõnniraskustes Parkinsoni tõvega uuritavatel võrrelduna tervete eakaaslastega.....	18
3.3.3. Seoste leidmine Parkinsoni tõvega ja tõveta isikutel subjektiivselt tajutud kõnniraskuste, kõnni alustamise ajaliste parameetrite, vanuse, kõnnikiiruse vahel ning haiguse raskusaste vahel	19
3.4. Andmete statistiline töötlus	20
4. UURIMISTÖÖ TULEMUSED.....	21
4.1. <i>Microsoft Kinectiga</i> tuvastatavad erinevused Parkinsoni haigete seismisasendis võrrelduna tervete eakaaslastega	21
4.2. <i>Microsoft Kinectiga</i> tuvastatavad erinevused kõnni alustamisel posturaalsetes näitajates Parkinsoni tõvega ning tervetel isikutel.....	22
4.3. Ajaliste näitajate erinevused kõnni alustamisel Parkinsoni tõvega ja tervetel uuritavatel	24
4.3.1. Kõnnikiiruse näitajad PD haigetel ning tervetel uuritavatel	25
4.4. Subjektiivselt tajutud kõnniraskuste erinevused Parkinsoni tõvega uuritavatel ja tervetel eakaaslastel	25

4.5. Seosed Parkinsoni tõvega ja tõveta isikutel subjektiivselt tajutud kõnniraskuste ning kõnni alustamise ajaliste (posturaalsete) parameetrite, vanuse ning kõnnikiiruse vahel.....	26
5. ARUTELU	28
5.1. Posturaalsed näitajad seistes ning kõnni alustamisel.....	28
5.2. Ajalis-ruumiliste näitajate erinevused kõnni alustamisel Parkinsoni tõvega ja tervetel uuritavatel	31
5.3. Subjektiivselt tajutud kõnniraskused ning nende seosed liigutusanalüüsi näitajate, vanuse ning haiguse raskusastme vahel.....	32
6. JÄRELDUSED.....	35
KASUTATUD KIRJANDUS	36
TÄNUAVALDUS.....	40
Lisa 1. Hoehn ja Yahr skaala.....	41
Lisa 2. Töödeldud andmete kontrollgrupiliikme näidis koos numbrilise kombinatsiooniga ...	42
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	43

KASUTATUD LÜHENDID

PD - Parkinsoni tõbi (*Parkinson's disease*)

MDS-UPDRS - Ühtlustatud Parkinsoni Tõve Hindamise Skaala (*Movement Disorder Society Unified Parkinson's Disease Rating Scale*)

H&Y - Hoehn ja Yahr Skaala

MMSE – vaimse võimekuse miniuuring (*Mini-Mental Status Exam*)

FTSTS - viie korra istest püstitõusu test (*five times sit-to-stand*)

ON -OFF periood – mootorsete fluktuatsioonide tekkeperiood

L-Dopa – levodopa, medikamentoosne ravimeetod Parkinsoni tõve korral

MAO-B inhibiitorid – monoamiinoksüdaas-B, medikamentoosne ravimeetod Parkinsoni tõve korral, mis pidurdab dopamiini lagunemist

COMT- inhibiitorid - katehhool-O-metüültransferaasi, medikamentoosne ravimeetod Parkinsoni tõve korral, mis pikendab levodopa poolväärtusaega ja muudab plasmakontsentratsiooni stabiilsemaks

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on analüüsida erinevusi posturaalsetes ja ajalistes parameetrites kõnni alustamisel ning kõnnikiiruses ja subjektiivselt tajutavates kõnniraskustes Parkinsoni tõvega patsientidel võrrelduna tervete eakaaslastega.

Metoodika: Uuringus osales 14 Parkinsoni tõvega uuritavat, neist 7 naist ja 7 meest, kelle haigusväljendus H&Y skaala alusel oli 1,5 (kerge) kuni 3 (mõõdukas) ning kelle haiguse kestus oli (keskmine \pm standardhälve) 7,2 \pm 3,4 aastat. Kontrollgrupi moodustasid terved eakaaslased, neist 6 meest ja 8 naist. Ajalisi ning posturaalseid näitajaid hinnati *Microsoft Kinectiga* ning neuroloogilisel hindamisel kasutati MDS-UPDRSi ning H&Y skaalat. Subjektiivseid kõnniraskusi hindasid uuritavad iseseisvalt 0-10 palli skaalal nelja kõndi hõlmava tegevuse osas. Arvutuslikult leiti uuritavate kõnnikiirus kõnni alustamisel.

Tulemused: Hinnatuna *Microsoft Kinectiga* ilmnas statistiline oluline erinevus ($p < 0,05$) kahe grupi vahel kõnni alustades posturaalsetest parameetritest üksnes parema põlve- ning vasaku puusaliigese osas, milles PD haigetel ilmnas suurem liigutusamplituud. Võrreldes seisemisasendit ning kõndima hakkamist ilmnas PD-ga uuritavatel oluliselt ulatuslikum pea anterioorsemale liikumine ($p < 0,05$). Ajalistes parameetrites gruppidevahelist erinevust ei leitud. PD haigete enesehinnang kõnniraskustes kodus-, väljasliikumise ja kõnniraskuste koguskoori osas oli suurem ($p < 0,05$) võrrelduna tervete eakaaslastega. Kontrollgrupiliikmetel ei seostunud kõnniraskused ajaliste- ja posturaalsete näitajatega, vanuse ega kõnnikiirusega. Seevastu PD haigetel seostus vanus kõnnikiirusega ning haiguse raskusaste ajaliste karakteristikute ja subjektiivselt tajutud kõnniraskustega.

Kokkuvõte: Ajalistes ning posturaalsetes näitajates ilmnas erinevus PD haigete ning kontrollgrupi uuritavate vahel vaid üksikutes parameetrites. Toetudes käesoleva töö tulemustele ning eelnevatele uuringutele võib öelda, et *Microsoft Kinecti* täpsus sagitaaltasapinnas posturaalsete parameetrite hindamisel on kaheldav. PD haigetel suurenevad haiguse süvenedes subjektiivselt tajutavad kõnniraskused.

Märksõnad: Parkinsoni tõbi, *Microsoft Kinect*, kõnni alustus, kõnniraskused, posturaalsed ja ajalised karakteristikud

ABSTRACT

Aim: The aim of the study was to analyze Microsoft Kinect-based differences between individuals with and without Parkinson disease (PD) in postural and temporal characteristics and gait speed during gait initiation (GI).

Methods: Fourteen individuals with mild-to-moderate PD (average age $69,9 \pm 7,5$; disease duration $7,2 \pm 3,4$) individuals and fourteen age- and gender-matched healthy counterparts participated. Temporal & postural characteristics (head, hip and knee joint angles & distance between knee joints) were registered with Microsoft Kinect (and relevant software). Gait speed at GI was calculated. Information on current diseases severity of PD was assessed with MDS-UPDRS and H&Y scale. Subjective estimation about gait-related difficulties (SEGD) was obtained on scale from 0 to 10 from all of the participants. Associations between SEG D and temporal & postural characteristics; gait speed, age were examined, as well as the relationship between before-mentioned parameters and the stage of the diseases in PD group.

Results: According to *Microsoft Kinect* the participants with and without PD did not differ in GI (and standing position preceding it). Only the range of motion of the right knee and left hip joint was bigger in PD group during GI. In addition the head position changed at greater extent in PD group, being significantly more anteriorly positioned during GI compared with standing. Although no differences were found in temporal parameters registered patients with PD reported SEG D to be more pronounced. SEG D was not associated with any of the parameters in control group, but in PD SEG D was found to be associated with H&Y and temporal parameters of GI. As well, age of the patient was associated with gait speed.

Conclusions: Microsoft Kinect was able only to detect few differences between groups and its accuracy in assessing postural parameters of GI needs further clarification. As the disease progresses, SEG D experienced by PD patients increase.

Keywords: Parkinson's disease, Microsoft Kinect, gait initiation, gait-related difficulties, temporal & postural characteristics

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Parkinsoni tõve iseloomustus

Parkinsoni tõbi (edaspidi PD) on neurodegeneratiivsetest haigustest esinemissageduselt teisel kohal. Vaatamata üsna tüüpilistele kliinilistele ning patoloogilistele iseärasustele, ei ole Parkinsoni tõve etioloogia praeguseni veel selge (Tolleson & Fang, 2013). Arvatakse, et PD tõve teke võib olla seotud keskkondlike ja geneetiliste faktoritega (Błaszczyk, 2017). Parkinsoni tõve korral kahjustub ekstrapüramidaaltrakt, sümptomid tekivad aeglaselt, mille tõttu võib nende algus jääda inimesele märkamatuks. Ligikaudu 15% haigusjuhtumitest tulevad esile haigussümptomid inimestel juba enne 45. eluaastat. Parkinsoni tõbe iseloomustab üldine liigutuslike tegevuste aeglustumine ehk bradükineesia ning erinevate liigutuste amplituudi vähenemine, millega kaasneb rigiidsus ja rahutreemor (Lees, 2010). Bradükineesia, rigiidsus, rahutreemor ning posturaalne ebastabiilsus on PD tüüpilisemad sümptomid (Elbaz et al., 2016).

Bradükineesiat ehk liigutuste aeglustumist, mil liigutuste amplituud või kiirus keha erinevate osade liikumisel häirub, saab hinnata paludes patsiendil teostada korduvaid liigutusi nii kiiresti kui võimalik, nagu näiteks vastandada nimestissõrm ja põial, koputada kannaga vastu maad või painutada ja sirutada sõrmed rusikasse nii kiiresti kui võimalik. Samuti on võimalik bradükineesiat hinnata, hinnates inimese spontaanseid liigutusi, näiteks erinevaid siirdumisi (istuma minek, püsti tõusmine või kõndimine) (Massano & Bhatia, 2012).

Parkinsonistlik treemor on tüüpiliselt rütmiline tahtmatu liigutus, mis esineb lõõgastunud kehaosas ning mille võnkesagedus varieerub PD haigetel 4-6 Hz vahel. Tihti väljendub treemor asümmeetriliselt (nagu ka teised PD sümptomid) ning 90% PD haigetel väheneb see kehaosa liigutamisel. Kõige iseloomulikum on treemor distaalsetes kehaosades (Zach et al., 2015).

Rigiidsuseks nimetatakse vastupanu, mida kehaosa avaldab passiivsel liigutamisel sõltumata liigutuse suunast ja kiirusest. Rigiidsus suureneb liigutades kontralateraalselt jäset (Baradaran et al., 2013). Borrión et al., (2014) on välja toonud, et rigiidsust esineb 90%-99% PD haigetel.

Lisaks eelpool mainitule esineb PD haigetel kehahoiu muutus: Doherty et al., (2011) kohaselt kaasneb seistes ning kõndides torakaalosa 45 kraadine ettepainutus. Kere ettepainutusega kaasneb pea liigne viimine anterioorsele ja puusa- ning põlveliigeste kerge painutuasend nii seistes kui kõndides.

Parkinsoni tõve süvenedes ekstensorlihaste jõudlus alaneb ning tekib asümmeetria ekstensor- ja fleksorlihaste vahel. Arvatakse, et PD haigete liigne torakaalosa ettepainutus on tingitud ekstensorlihaste isokineetilise jõu vähenemisest (Cano-de-la-Cuerda et al., 2010).

Kindlasti seostub muutunud kehatüveasend ka kehatüve rigiidsusega. Kehatüve rigiidsus seostub negatiivselt ka Parkinsoni tõvega isikute elukvaliteediga (Cano-de-la-Cuerda et al., 2011). Lisaks bradükineesiale, liigutuste amplituudi vähenemisele ning kere ettepainutusele, loetakse Parkinsoni tõve sümptomiks ka posturaalsete reflekside kadu (Massano & Bhatia, 2012). Posturaalne ebastabiilsus ei ole tavaliselt haaratud haiguse algusstaadiumis ning seda loetakse üheks raskeimaks ravitavaks sümptomiks PD haigetel (Borrione et al., 2014).

Parkinsoni tõbi põhjustab lisaks motoorsele düsfunktsioonile ka kognitiivseid, psühhiaatrilisi, autonoomseid ning sensoorseid häireid. Depressioon on kõige sagedamini esinev psühhiaatriline probleem: ligikaudu 40% Parkinsoni tõvega haigetest põeb depressiooni (Sinanović et al., 2015).

PD haigete motoorse defitsiidi ning tõve raskusastme määramiseks kasutatakse Hoehn-Yahri skaalat (edaspidi H&Y, vt. Lisa 1) ning Ühtlustatud Parkinsoni Tõve Hindamise Skaalat (inglise keeles *Movement Disorder Society Unified Parkinson's Disease Rating Scale*, edaspidi MDS-UPDRS) (Williams et al., 2012; Taba et al., 2008).

PD haigete farmakoloogiliseks raviks kasutatakse eelkõige levodopat, MAO-B inhibiitoreid, COMT- inhibiitoreid ja dopamiini agoniste. Pikaajalise medikamentosse ravi tagajärjel kogevad kuni 80% PD haigetest düskineesiaid ja teisi motoorseid tüsistusi (Jankovic & Stacy, 2007; Jankovic & Aguilar, 2008).

1.2. Kõnnifunktsioonihäired Parkinsoni tõve korral

Kõnnifunktsioonihäire on üks sagedaseim esinev sümptom Parkinsoni tõvega haigetel. Haiguse progresseerudes kõnnifunktsioon halveneb, mis võib viia iseseisvuse vähenemiseni igapäevaelutegevustes ning kukkumiste esinemissageduste suurenemiseni (Ebersbach et al., 2013).

Vähenenud kõnnikiirus, sammupikkus, kõnnirütm ning ebaproportsionaalne toe- ja hooperiood kõnnitsükli ajal iseloomustavad PD haigete kõnnihäiret (Mirek et al., 2016). Lisaks võib kõndimise ajal esineda ülajäseme liikuvusulatuse vähenemist. Kõnni ajal on ümber (tagasi)keeramine aeglasem ning see toimub sageli läbi mitmete lühikeste sammude, mille ajal võib esineda tardumine (Massano & Bhatia, 2012).

Frazzitta et al., (2013) kirjeldavad, et PD haigete kõnnimustrihäireid võib liigitada episoodilisteks ning pidevateks. Pidevad muutused on kõnnikiiruse- ja sammupikkuse alanemine, sammupikkuste asümmeetria ja kaksiktoefaasi pikkuse suurenemine. Seevastu episoodilisteks muutusteks loetakse tardumist ning festinatsiooni.

Uuringuid, mis kirjeldaksid täpselt raskusi kõnni alustamisel on vähe (Candless et al., 2016). Rosin et al., (1997) defineerivad kõnni alustust liikumatu ja edasiliikumise oleku vahepealse faasina, mis jaotub liigutuse ettevalmistuse perioodiks ja liigutuse teostamise perioodiks. Callisaya et al., (2016) toovad aga välja, et liigutuse teostamist võib jagada täpsemalt kolmeks: aeg, mil toimub esimene lateraalsuunaline liigutus; teiseks keharaskuse ülekandmise aeg ühelt jalalt teisele ning kolmandaks hooperioodi algfaasi teostus. Käesolevas töös vaadeldakse kõnni alustust kui faasi liikumatust seismisest kuni rütmilise kõndimiseni, mida kasutasid enda uuringus ka Roemmich et al., (2011).

Raskust kõnni alustusel seostatakse eelkõige basaalganglioni düsfunktsiooniga (Rosin et al., 1997; Delval et al., 2014). Mõnikord võib raskendatud kõnni algatamine seostuda ka stardiraskusega, mis on tardumise üheks komponendiks (Candless et al., 2016). Kõnni ajal tardumine tähendab lühiaegset võimetust jätkata või alustada kõndi. Sageli on tardumise põhjustajaks keskkond, kus on vajalik teostada kõnnisuuna, -mustri või -kiiruse muutusi. Kõige enam esineb seega tardumist just kõnni alustamisel, pööramistel või üle takistuste astumisel (Frazzitta et al., 2013). Mõnedel PD haigetel tekib tardumine koos festinatsiooniga. Festinatsiooniks loetakse kõnni kiirenemist ning mille ajal on PD haige võimeline seisma jääma vaid takistuse etteilmumisel (Massano & Bhatia, 2012). Tüüpiliselt kirjeldatakse teadusuuringutes PD-ga isikute kõnnihäireid läbi ajalis-ruumiliste parameetrite, keskendumata liigutuste amplituudile, mis nagu eelkirjutatud, on ka tüüpiliselt PD puhul vähenenud. Liigesliikuvuse määramine kõnni alustusel ning kogu kõnnitsükli vältel võib anda olulist informatsiooni kõnni alustuse defitsiidi põhjustest (Rosin et al., 1997; Delval et al., 2008).

Borriane et al., (2014) on välja toonud, et kõnnifunktsioonihäiretest kogevad PD haiged kõnniraskusi kõnni alustamisel; kõnnikiiruse vähenemist ning sammupikkuse- ja alajäsemete liigete amplituudi vähenemist. Lamont et al., kohaselt (2012) kirjeldavad PD-ga isikud enesehinnangulistes küsimustikes kõnniraskuste sagedasemate põhjustena kõnnikiiruse vähenemist, sammupikkuse lühenemist ning tardumist. Lisaks on välja toodud, et kõnniraskused tekivad trepil ning rahvarohketes kohtades kõndides. Käesoleva töö autor leiab samuti, et kõnnifunktsioonihäirete uurimisel tuleks arvestada ka PD haigete enesehinnanguid kõnniraskusele, et selgitada peamised probleemkohad, millest võib hiljem näiteks füsioteraapias lähtuda. Samuti on liigutusamplituud informatiivne sooritust iseloomustav

parameeter, mistõttu otsiti ka võimalust selle hindamiseks kliinilisse keskkonda sobival moel. Eeltoodu on ajendanud käesoleva magistritöö teema- ning metoodika valikut.

1.3. Kõnnifunktsiooni hindamine Parkinsoni tõvega haigetel

Kõnnifunktsiooni hindamine on oluline osa füsioterapeutilisest hindamisest. Kõnnifunktsiooni hindamine on vajalik kõnniraskuste võimalike põhjuste välja selgitamiseks ning sekkumise efektiivsuse mõõtmiseks. Hindamisel kasutatavateks meetoditeks võivad olla erinevad kõnnitestid ning kõnni kinemaatiline analüüs.

Uuringud on välja toonud, et lühikeste vahemaade läbmist hindavad kõnnitestid (10 m. kõnnitest; 6 m. kõnnitest) on usaldusväärsed, kliiniliselt lihtsasti kasutatavad, ajaliselt vähemahukad ning käepärasemad PD haigete kõnni hindamisel. *Timed Up&Go* test on kergesti kasutatav hindamaks funktsionaalset mobiilsust PD haigetel (Combs et al., 2014; Paker et al., 2015). Kõnni kinemaatilist analüüsi on võimalik teostada statsionaarses kõnnilaboris või portatiivse kõnnianalüüsi seadmega. Statsionaarse kõnnilabori abil on võimalik hinnata inimese liikumist kõikides kehasegmentides. Meetod on nii aja- kui ka muude ressursside (aparatuuri, inimeste jms.) kulukas, kuna nõuab pikemat seadme seadistamist ning andurite kinnitamist kehale. Vaatamata lühikesele vahemaale võimaldab seade hinnata kõnni parameetreid detailselt, mille tõttu on antud meetod detailse info saamisel kõnni kohta eelistatuim. Portatiivse kõnnianalüüsi seadmete eeliseks on aga paindlikkus – kõndi on võimalik hinnata erinevates keskkondades, sh. nii sise- kui välitingimustes. Samuti on reeglina portatiivsed seadmed madala maksumusega (Chen et al., 2013).

Üheks uuematest portatiivsetest seadmetest võib välja tuua *Microsoft Kinecti*. Kõnni hindamisel kasutatav *Microsoft Kinect* on süsteem, mis võimaldab läbi viia 3D liigutusanalüüsi kehale kinnitatavaid andureid kasutamata tänu kaamerale ning infrapunaanduritele. *Microsoft Kinecti* kasutust Parkinsoni tõvega uuritavatel on kirjeldanud nt. Galna et al., (2014) enda uuringus.

Hass et al., (2012) kohaselt esinevad PD haigetel raskused eelkõige liigutustel, mis nõuavad keharaskuse ülekannet, nagu näiteks toolilt püsti tõusmine ning kõnni alustamine. Kliinilises keskkonnas hinnatakse seda sorti liigutusi füsioterapeutide poolt enamasti üksnes soorituse kirjeldamise või ka soorituse kestuse fikseerimisega. Siiski usub käesoleva töö autor, et suurem hulk registreeritavaid parameetreid võimaldaks saada detailsemat infot esinevate häirete kohta ja seeläbi planeerida tulemuslikumat sekkumist.

Eelnevast lähtuvalt otsustati käesolevas töös hinnata kõnni alustamist *Microsoft Kinectiga*, mis on võrreldes teiste sensoritega varustatud meetoditega odavam, kättesaadavam ning nõuab vähem aega. *Microsoft Kinectiga* hindamisel ei ole vajalik iga uuritava jaoks eraldi seadet seadistada. Töö autorile teadaolevalt pole varasemalt sarnast uuringut läbi viidud.

2. UURIMISTÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on analüüsida *Microsoft Kinect*iga tuvastatavaid erinevusi kõnni alustamisel posturaalsetes ja ajalistes parameetrites ning kõnnikiiruses ja subjektiivselt tajutavates kõnniraskustes Parkinsoni tõvega patsientidel võrrelduna tervete eakaaslastega.

Eesmärgi saavutamiseks püstitati järgmised ülesanded:

1. Analüüsida *Microsoft Kinect*iga tuvastatavaid erinevusi Parkinsoni haigete seismisasendis võrrelduna tervete eakaaslastega.
2. Analüüsida *Microsoft Kinect*iga tuvastatavaid erinevusi Parkinsoni haigete poolt kõnni alustamisel demonstreeritavates posturaalsetes parameetrites võrrelduna tervete eakaaslastega.
3. Analüüsida *Microsoft Kinect*iga kõnni alustamise ajalis-ruumilisi parameetreid Parkinsoni haigetel võrrelduna tervete eakaaslastega.
4. Analüüsida erinevusi subjektiivselt tajutud kõnniraskustes Parkinsoni tõvega uuritavatel võrrelduna tervete eakaaslastega.
5. Analüüsida seoste esinemist Parkinsoni tõvega ja tõveta isikutel subjektiivselt tajutud kõnniraskuste ning kõnni alustamise ajaliste parameetrite, vanuse ning kõnnikiiruse vahel.
6. Analüüsida, kas Parkinsoni tõvega isikute haiguse raskusaste seostub subjektiivselt tajutavate kõnniraskuste, kõnni alustamise ajaliste parameetrite ning vanuse vahel.

3. UURIMISTÖÖ METOODIKA

3.1. Vaatlusalused

Uuringus osales 14 Parkinsoni tõvega uuritavat, neist 7 naist ja 7 meest, kelle haigusväljendus H&Y skaala alusel oli 1,5 (kerge) kuni 3 (mõõdukas) (vt Lisa 1) ning kelle haiguse kestus oli (keskmine \pm standardhälve) $7,2 \pm 3,4$ aastat. Tardumisi esines anamneesis üksnes kahel PD haigetel.

Kontrollgrupi moodustasid terved eakaaslased, neist 6 meest ja 8 naist. Uuritavaid kaasati Tartu ning Tallinna Parkinsoni Haiguse Seltsi liikmete seast vabatahtlikkuse alusel, eeldusel, et uuritavad vastasid uuringu kriteeriumitele. Kontrollgrupi moodustasid vabatahtlikud Tartu Linna Pensionäride Organisatsioonist „Kodukodus“.

Uuringus osalemiseks pidid Parkinsoni tõvega uuritavad vastama järgmistele neuroloogi poolt kinnitatud kriteeriumitele: Parkinsoni tõve diagnoosi olemasolu; teiste neuroloogiliste ja motoorsete funktsioonihäiretega kulgevate haiguste puudumine, mis oleksid võinud uuringu tulemusi mõjutada; kerge kuni mõõdukas haigusväljendus (H&Y skaalal 1,5 kuni 3); võimekus kõndida abivahendit kasutamata.

Kontrollgrupi uuritavatele kehtisid uuringus osalemiseks samad tingimused, va. PD diagnoosi olemasolu. Kontrollgrupi uuritavad pidid olema suutelised kõndima abivahendita. Mõlemast grupist jäeti välja dementsusega uuritavad, kelle MMSE kognitiivse hindamise skoor jäi alla 24 punkti 30-st.

Antropomeetrilistest näitajatest mõõdeti kehamass (kilogrammides) ning –pikkus (sentimeetrites) seistes. Kehapikkuse mõõtmisel kasutati mõõdulinti, täpsusega 0,01 cm ning kehamassi mõõtmisel kasutati elektroonilist kaalu täpsusega 0,1 kg. Kehapikkuse mõõtmisel seisis uuritav selja, kandade, puusade, õlgade ning kuklaga võimalikult seina lähedal. Mõõtmise ajal olid uuritavad jalanõudeta, kerges ning liibuvas riietuses.

Uuritavate ning kontrollgrupi liikmete demograafilisi andmeid iseloomustab tabel 1. Gruppide vahel puudusid statistiliselt olulised erinevused.

Tabel 1. Uuritavate demograafilised andmed (keskmine \pm standardhälve)

	Parkinsoni haiged n=14	Kontrollgrupp n=14
Vanus (aastates)	69,9 \pm 7,5	69,4 \pm 7,7
Kehamass (kg)	76,9 \pm 11,0	82,2 \pm 14,5
Kehapikkus (cm)	169,6 \pm 7,6	166,2 \pm 5,7

n- uuritavate arv; kg – kehamass; cm – kehapikkus

3.2. Uuringu korraldus

Käesolev magistritöö on osa uuringust: „Muutused funktsionaalses sooritusvõimes Parkinsoni tõvega patsientidel 2-kuulise füsioterapeutilise sekkumise mõjul”. Uuring on kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetikakomiteega (luba nr 245/M-25, koosoleku kuupäev: 16.02.2015).

Uuring viidi läbi 2015.aasta veebruarist 2016.aasta veebruarini Tallinna Ülikooli ja Tartu Ülikooli Kliinikumi ruumides. Vastavalt ülduuringu protokollile hinnati uuritavaid kolmel järjestikusel nädalal, kuna PD haigetel toimus pärast esimest hindamist ühekordne poole tunnine füsioterapeutiline nõustamine, et õpetada hinnatud siirdumisi lihtsustavaid strateegiaid. Teisel korral hinnati, kas sekkumine oli mõjutanud sooritusi ja kolmandal korral, kas soorituse muutus oli ajas püsiv. Antud töös on kasutatud vaid esimesel korral registreeritud andmeid (enne füsioterapeutilist sekkumist).

Esimesel kohtumisel teostati uuritavatele viie korra istest püstitõusu test (edaspidi FTSTS, inglise keeles *Five-times-sit-to-stand-test*), *Timed Up&Go* test ning määrati uuritava kognitiivse funktsiooni tase *MMSE* abil. FTSTS, *Timed Up&Go* testi ning kõnni alustamise posturaalseid ja ajalisi karakteristikuid registreeriti *Microsoft Kinect*iga kolmel erineval korral. Lisaks teostati PD haigetele neuroloogiline hindamine (*MDS-UPDRS* ning määrati *H&Y* staadium). Esimesel kohtumisel märgiti üles üldinfo uuritavate kohta: tarvitavad ravimid, haiguste anamnees, antropomeetrilised näitajad, käelisus, haridus, keheline aktiivsus (päevas/nädalas), kõndimisel subjektiivselt tajutavad raskused (kodus, väljas ning trepil) jt.

Käesoleva magistritöö autor tegeles uuritavate värbamisega, uuritavate üldinfo üles märkimisega ja testide (*Timed Up&Go* ning FTSTS testi) osalise läbiviimisega ning osade näitajate fikseerimisega (nt. sammude arvu-, stopperiga ajaliste näitajate fikseerimine jmt).

Uuringus osalejatele tagati konfidentsiaalsus. Andmeid ei seostatud konkreetse isikuga, vaid iga isik sai endale numbri ja tähe kombinatsioonist koosneva tunnuse, mida

teadis vaid uuringu läbiviija. Nii eksperimentaalgrupis osalejad kui ka kontrollgrupis osalejad andsid kirjaliku nõusoleku uuringus osalemiseks. Uuringus osalemine oli uuritavatele vabatahtlik, millest oli neil alati õigus loobuda ka pärast nõusoleku andmist.

3.3. Uurimismeetodid

Magistritöö mahupiirangu tõttu ei ole antud magistritöös kasutatud kõiki kogutuid andmeid. Nagu eelnevalt öeldud põhineb töö esimesel kohtumisel kogutud andmetel. *Microsoft Kinectiga* fikseeriti näitajaid seistes ning kõnni alustamisel (täpsemate tulemuste saamiseks analüüsiti töös kolme katse keskmisi tulemusi, ajalisi parameetreid mõõdeti sekundites ning posturaalseid parameetreid kraadides ning sentimeetrites), *MDS-UPDRSi* koguskoori, *H&Y* haiguse staadiumi ning uuritavate üldinfo (antropomeetriliste näitajate ning subjektiivselt tajutavate kõnniraskuste) andmeid. Siinkohal on oluline välja tuua, et seismisasendis posturaalsed parameetrid olid võetud töösse eeldusega, et need on potentsiaalselt olulised tuvastamaks PD-ga patsientidele iseloomulikku nõrka „*stooped posture*”-t. Oluline on, et antud töös loeti kõnni alustusena PD haige poolt tehtavat esimest sammu, täpsemalt registreeriti kõnni alustuse näitajateks seismisest kõndimiseni liigesnurkade muutusi. *Microsoft Kinect* ei võimaldanud detailselt registreerida kõnnitsükli toe- ja hooperioodide erinevate faaside posturaalseid karakteristikuid. Kõnni alustuse hindamisel peavad ka Okada et al., (2011) vajalikuks kahe- kolme sammu teostamist PD haigete poolt. Barrett et al., (2011) kohaselt väljendub PD haigus tihtipeale asümmeetriliselt, mille tõttu on ka antud töös kasutatud posturaalsetest parameetrites mõlema kehapoole liigeste amplituudi registreeritud näitajaid.

3.3.1. Posturaalsete ja ajaliste erinevuste hindamine seismisasendis ning kõnni alustamisel Parkinsoni tõvega ja tervetel uuritavatel

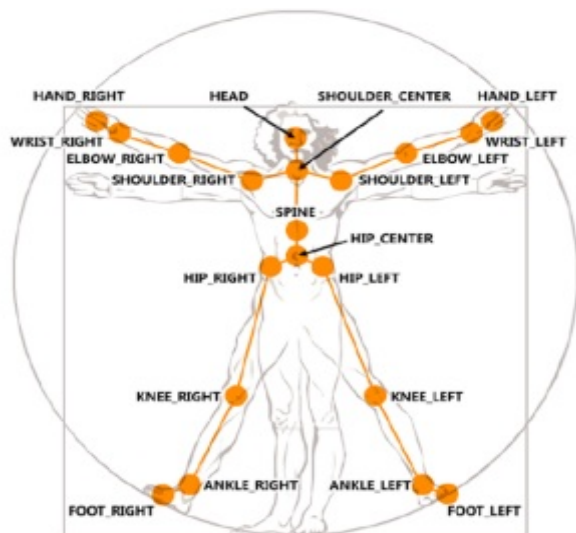
Antud uuringus jälgiti *Microsoft Kinectiga* uuritavaid seistes ning kõnni alustamisel. Selleks, et *Microsoft Kinectiga* oleks võimalik teostada huvipakkuvate parameetrite registreerimist, tuli *Microsoft Kinecti* kaamera fikseerida statiivi külge maapinnast 90 cm kõrgusele. *Microsoft Kinect* asus tooli eesservast 3,35 meetri kaugusel, kuna tooli kasutati FTSTS-i hindamiseks, mille tulemusi käesolevas töös ei kasutatud. Käesoleva töö alsuseks olevat kõnni alustamist alustas uuritav, olles tõusnud toolit püsti ja jäänud näoga seisma *Microsoft Kinecti* suunas (testimise algasend).

Kuna *Microsoft Kinecti* kaameral on kindel vahemaaline piirang, millest lähemal see enam kujutisi usaldusväärselt jäädvustada ei suuda, märgistati piiri *Microsoft Kinectist* kaugusega 1,27 meetrit koonusega. See tähistas uuritavate jaoks kohta, kus hakati kõndimisel ümber pöörama (modifitseeritud *Timed and Up and Go* testi, mida samuti käesoleva töö raames ei analüüsitud), jättes sirgjoones kõndimiseks toolilt *Microsoft Kinecti* suunas 2,08 meetrit. Kõnni alustamise hindamiseks kõndiski uuritav eelmainitud algasendist koonuseni. Andmeanalüüsiks kasutati kolme katse keskmisi tulemusi.

Näitajatest fikseeriti antud töö jaoks *Microsoft Kinectiga* pea- puusa- ning põlveliigete fleksiooni, miinimum- ja maksimumnurdade väärtusi liigesliikuvuse amplituudi arvutamiseks ning põlveliigestevaheline kaugus kõnni alustamisel. Seistes fikseeriti eelmainitud parameetritest pea- puusa- ning põlveliigete fleksiooni ning ekstensiooni ning põlveliigestevahelise kauguse. Kõnni alustamise ajalisteks parameetriteks võeti kolme katse keskmise tulemuse ning miinimum- ja maksimumaja, mis kulus uuritaval 2,08 m. läbimiseks. Kõnnikiiruse arvutamiseks võeti distantiks 2,08 meetrit ning selle läbimiseks kuluva (kolme katse keskmise) aja.

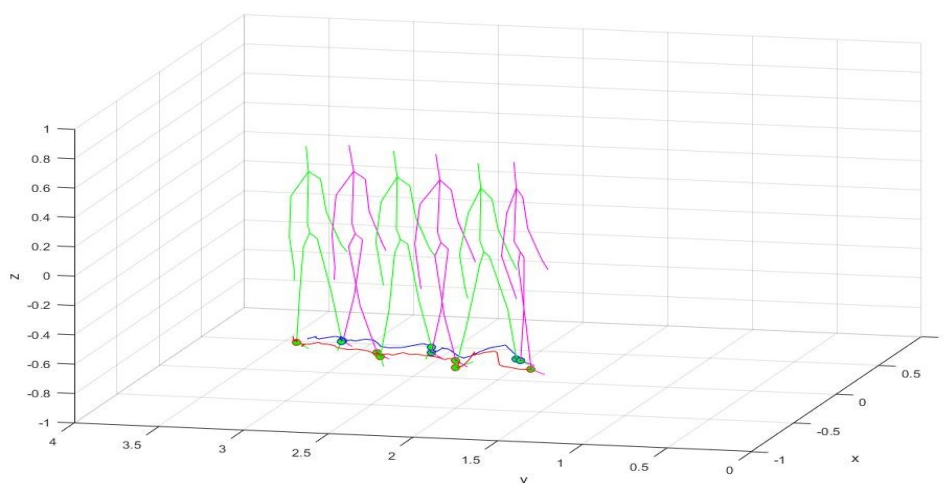
Tallinna Tehnikaülikooli magistritöös kirjeldab Lissenko (2015), et *Microsoft Kinect* on seade liigutuste kinemaatiliste ja ajaliste näitajate registreerimiseks, mis toimib stereofotomeetria põhimõttel. Antud meetodika on uudne ning kuulub mitteinvasiivsete meetodite hulka. Lisaks võimaldab antud seade uuritava liikumist reaalajas registreerida ning hiljem analüüsida. *Microsoft Kinecti* funktsionaalsus tuleneb infrapuna valguse projektori ning vastuvõtja ja värvikaamera ning *Microsoft Kinectis* nelja ritta paigaldatud mikrofoni kombinatsioonist. Inimese liikumise registreerimine toimub kaamerate ja sensorite abil, kus markerite kinnitamine kehale ei ole vajalik. *Microsoft Kinectil* on sisseehitatud algeline inimese kuju jälgimise võimalus, millega on võimalik jälgida ning registreerida 20 erinevat punkti ehk liigest. Täpsem kujutis on toodud illustratiivsel joonisel 1, mis pärineb Lissenko (2015) Tallinna Tehnikaülikooli magistritööst.

Käesolevas töös olid huvipakkuvad posturaalsed punktid *Microsoft Kinecti* poolt tähistatud arvkombinatsiooniga: **1 2 4** – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud pea liigesnurga näitaja; **1 4 18** – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud parema puusaliigese nurga näitaja; **1 4 14** – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud vasaku puusaliigese nurga näitaja; **17 18 19** – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud parema põlveliigese nurga näitaja; **13 14 15** – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud vasaku põlveliigese nurga näitaja.



Joonis 1. Microsoft Kinecti poolt jälgitavad punktid inimkehal (Lissenko, 2015)

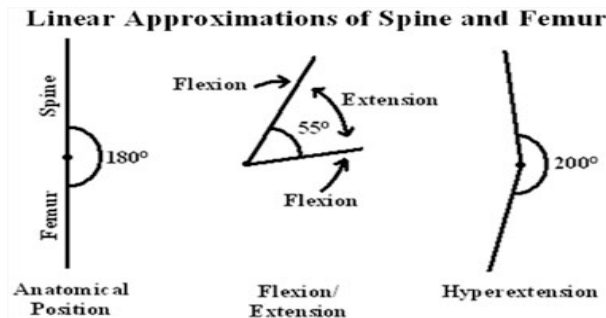
Microsoft Kinect võimaldab salvestada värvilist pilti ning joonisel 2 on illustratiivselt näha Microsoft Kinecti poolt registreeritud uuritava kõnd.



Joonis 2. Microsoft Kinectiga teostatud liigutusanalüüsi fragment

Et Microsoft Kinect ise ainult tuvastab liigutused, siis andmete salvestamiseks kasutati KinectPsyManager (v1.0) programmi ning hiljem teostati Matlab 2016b programmiga salvestatud parameetrite arvutamine/konverteerimine käesolevas töös kasutatud andmete kujule (nt liigesnurkade suurused, vt. Lisa 2). Salvestatud parameetrite andmetöötlus toimus

Tallinna Tehnikaülikoolis. Siinkohal on oluline välja tuua, et töödeldud andmed ei anna liigesnurkade tulemusi klassikalises mõttes kraadides, vaid näitab liikumist ümber frontaaltelje 180° ulatuses. Tulemust alla 180° kraadi tõlgendatakse fleksioonina ning üle 180° ekstensioonliigutusena. Eelnevat illustreerib joonis 3 (pole seotud uuringuga ega *Microsoft Kinectiga*).



<https://www.t-nation.com/training/advanced-glute-training> (01.05.2017)

Joonis 3. Illustriativne joonis frontaalteelje liikumisulatuste tõlgendamiseks *Microsoft Kinect* poolt loodud tulemustest

Ajaliste parameetrite fikseerimisel fikseeriti esimene marker seistes, teine kõnni alustamisel, mil *Microsoft Kinect* tuvastas liigutuse ning algas katse sooritus ning kolmas marker fikseeriti soorituse lõpus, mis kokkuvõttes registreeris *Microsoft Kinectiga* katse kogusoorituse, kus uuritav kõndis 2,08 meetrit. Katse soorituse ajaks loeti hetke, mil *Microsoft Kinect* tuvastas uuritava liigutuse kõnni alustamisel (teine marker) kuni distantsti (2,08m.) läbimiseni (kolmas marker). Posturaalseid parameetreid (liigesnurki) fikseeris *Microsoft Kinect* seistes ning kõnni alustades (liigesnurkade muutusi).

Microsoft Kinectiga registreeriti suur kogus andmeid, kuid antud magistritöö raames kasutati üldandmetest vaid ühte osa, mille abil oli võimalik saavutada püstitatud eesmärki ja lahendada sõnastatud uurimisülesandeid.

3.3.2. Erinevuste hindamine subjektiivselt tajutud kõnniraskustes Parkinsoni tõvega uuritavatel võrrelduna tervete eakaaslastega

Kõnniraskuste subjektiivse hinnangu välja selgitamiseks hindasid uuritavad endal esinevate kõnniraskuste ulatust 0-10 palli skaalal neljas erinevas kõndimisega seostuvas tegevuses. Subjektiivselt tajutava raskusastme hindamisel tähistas- hinnang „0“, et uuritav ei

tajunud mingeid raskusi kõndimisel ning hinne 10 tähendas maksimaalset ettekujutatavat raskust kõndimisel (võimetust kõndida). Hinnatavad tegevused olid: kodus kõndimine, väljas kõndimine, trepist üles kõndimine ning trepist alla kõndimine. Andmete analüüsis kasutati gruppide omavahelisel võrdlemisel ning ka seoste leidmisel nii iga tegevust eraldiseisvana, kui ka kõnniraskuste koguskooori tulemust. Kõnniraskuste koguskoor formeerus nelja erineva tegevuse (kodus kõndimine, väljas kõndimine, trepist üles kõndimine, trepist alla kõndimine) punktide summana.

3.3.3. Seoste leidmine Parkinsoni tõvega ja tõveta isikutel subjektiivselt tajutud kõnniraskuste, kõnni alustamise ajaliste parameetrite, vanuse, kõnnikiiruse vahel ning haiguse raskusastme vahel

Seoseid erinevate parameetrite vahel hinnati eraldi PD haigete grupi siseselt ning kontrollgrupi siseselt. PD haigete grupis hinnati seoseid subjektiivselt tajutud kõnniraskuste, kõnni alustamise ajaliste parameetrite, vanuse, kõnnikiiruse vahel ning haiguse raskusastme vahel. Kontrollgrupis hinnati seoseid subjektiivselt tajutud kõnniraskuste, kõnni alustamise ajaliste parameetrite, vanuse ning kõnnikiiruse vahel.

Seoste leidmiseks kasutati nii subjektiivselt tajutud kõnniraskuste koguskooori tulemust ja eraldi iga nelja tegevuse tulemust. Erinevalt tervetest uuritavatest võeti PD haigetel seoste leidmiseks lisaks haiguse raskusaste *H&Y* skaalal ehk siis oli esmalt vaja selgitada PD-ga uuritavate haiguse hetkestaadium.

Seda tehti neuroloogilise hindamise raames. Neuroloogiliseks hindamiseks PD haigetel kasutati *MDS-UPDRS*'i ja *H&Y* skaalat. *MMSE* teostati nii PD haigetele kui ka kontrollgrupi liikmetele, millega anti üldine hinnang uuritavate kognitiivse seisundi kohta. See oli vajalik, et veenduda, et uuritavate kognitiivne funktsioon on piisav, saamaks aru antavatest instruktsioonidest (nagu eelnevalt öeldi, oli see ka üks uuringust välja jätmise kriteerium, kui *MMSE* kognitiivse hindamise skoor jäi alla 24 punkti 30-st). Uuritavate neuroloogilist seisundit uuringu hetkel iselomustab tabel 2.

Tabel 2. Neuroloogilise hindamise tulemused (keskmine \pm standardhälve)

	Parkinsoni haiged n=14	Kontrollgrupp n=14
UPDRS	49,6 \pm 11,2	
H&Y skaala	2,1 \pm 0,6	
MMSE skoor	27,3 \pm 2,0	27,7 \pm 1,7

3.4. Andmete statistiline töötlus

Andmeanalüüs teostati arvutiprogrammis Excel (2007) ja IBM SPSS Statistics 22. Kõikides tabelites ja joonistel välja toodud näitajate kohta leiti statistilised karakteristikud: aritmeetiline keskmine, standardhälve ning standardviga. Andmete normaaljaotust hinnati *Shapiro-Wilk*'i testiga. Statistiliselt oluliste keskväärtuste võrdlemisel kasutati *Independent samples* t-testi ja normaaljaotuse puudumisel *Mann-Whitney U* testi. Tunnuste vaheliste seoste kirjeldamiseks kasutati *Spearmani* korrelatsiooni. Madalaimaks statistiliseks olulisuse nivooks seati $p < 0,05$, kuid töös on esitatud täpsed p-väärtused.

4. UURIMISTÖÖ TULEMUSED

4.1. *Microsoft Kinectiga* tuvastatavad erinevused Parkinsoni haigete seismissasendis võrrelduna tervete eakaaslastega

PD haigete ning kontrollgrupi uuritavate seismissasendis *Microsoft Kinectiga* hinnatud posturaalsetes näitajates statistiliselt olulisi erinevusi ei ilmnenu. Alljärgnevas tabelis 3 on välja toodud registreeritud peanurka, puusa- ja põlveliigese liigesnurgad kraadides ning põlvedevaheline kaugus sentimeetrites ning gruppide võrdlemisel leitud p-väärtus.

Tabel 3. Parkinsoni tõvega uuritavate ning tervetest moodustatud kontrollgrupi seismissasendit iseloomustavad parameetrid (keskmine \pm standardhälve)

	Parkinsoni haiged n=14	Kontrollgrupp n=14	Olulisuse nivoo (p)
Peanurk seistes (kraadides)	164,8 \pm 7,5	162,9 \pm 7,4	0,427
Parema puusaliigese nurk seistes (kraadides)	166,7 \pm 5,7	167,6 \pm 2,4	0,701
Vasaku puusaliigese nurk seistes (kraadides)	169,1 \pm 3,5	167,6 \pm 1,9	0,085
Parema põlveliigese nurk seistes (kraadides)	171,6 \pm 4,3	168,2 \pm 3,1	0,062
Vasaku põlveliigese nurk seistes (kraadides)	171,5 \pm 3,7	169,8 \pm 2,5	0,104
Põlveliigestevaheline kaugus seistes (cm)	18,7 \pm 5,9	22,6 \pm 11,2	0,454

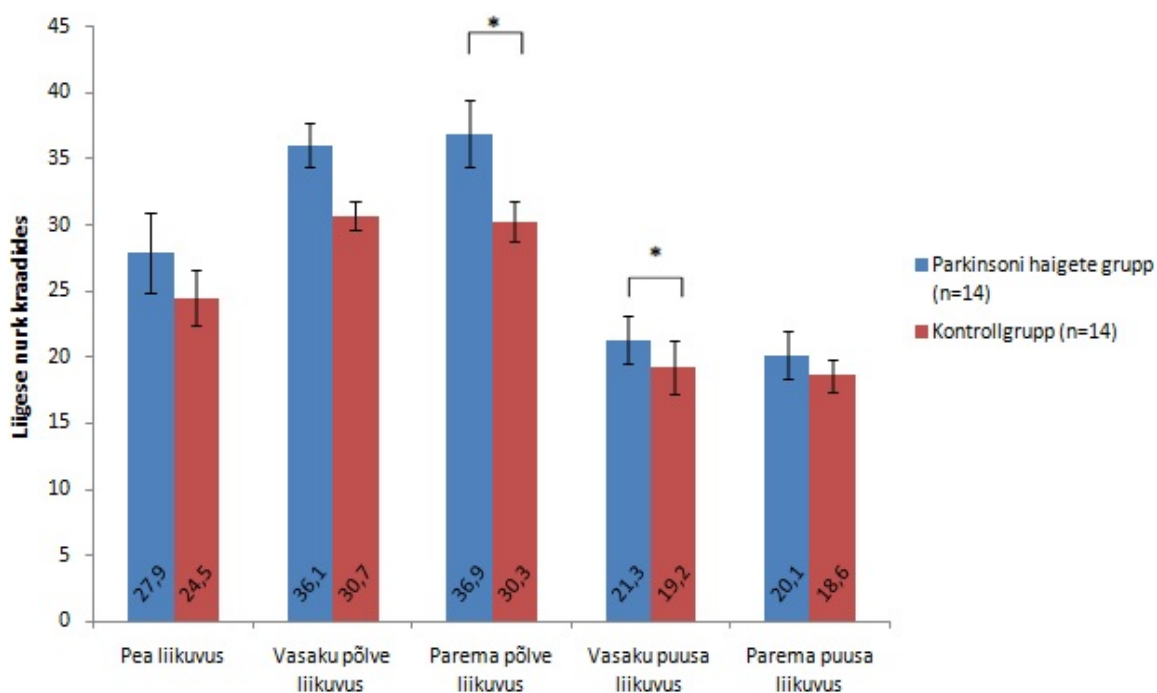
4.2. *Microsoft Kinectiga* tuvastatavad erinevused kõnni alustamisel posturaalsetes näitajates Parkinsoni tõvega ning tervetel isikutel

PD haigetel ning kontrollgrupi uuritavatel hinnati *Microsoft Kinectiga* kõnni alustamisel peanurka, puusa- ning põlveliigeste liigesnurki, posturaalseid maksimum- ja miinimumväärtusi ning põlveliigestevahelist kaugust. Tabel 4 kajastab hinnatud posturaalsetest karakteristikutest pea- ning puusaliigeste nurkasid ja põlveliigeste vahelist kaugust kõnni alustamisel. Nagu tabelist nähtub, grupid eelmainitud parameetrite osas ei erinenud.

Tabel 4. Parkinsoni tõvega ning tervetest moodustatud kontrollgrupi uuritavate pea- puusa- ja põlveliigesnurkade ning põlveliigestevahelise kauguse näitajad kõnni alustamisel (keskmine \pm standardhälve)

	Parkinsoni haiged n=14	Kontrollgrupp n=14	Olulisuse nivoo (p)
Peanurk (kraadides)	152,3 \pm 15,8	159,8 \pm 6,2	0,482
Parema puusaliigese nurk (kraadides)	166,9 \pm 3,9	167,0 \pm 3,9	0,769
Vasaku puusaliigese nurk (kraadides)	165,7 \pm 5,0	165,7 \pm 6,0	0,839
Parema põlveliigese nurk (kraadides)	167,8 \pm 5,4	169,8 \pm 6,8	0,329
Vasaku põlveliigese nurk (kraadides)	167,2 \pm 6,3	169,0 \pm 5,6	0,541
Põlveliigestevaheline kaugus (cm)	19,2 \pm 0,5	18,4 \pm 0,4	0,769

Hinnati ka liikuvusamplituude kõnni alustamisel, milles ilmnis statistiliselt oluline erinevus gruppide vahel parema põlveliigese ning vasaku puusaliigese liigutusamplituudi näitajates. Joonisel 4 on välja toodud liigesliikuvuse amplituudi näitajad kõnni alustamisel. Liigesliikuvuse amplituud leiti lahutades liigesliikuvuse maksimumnurgast miinimumnurga väärtus.

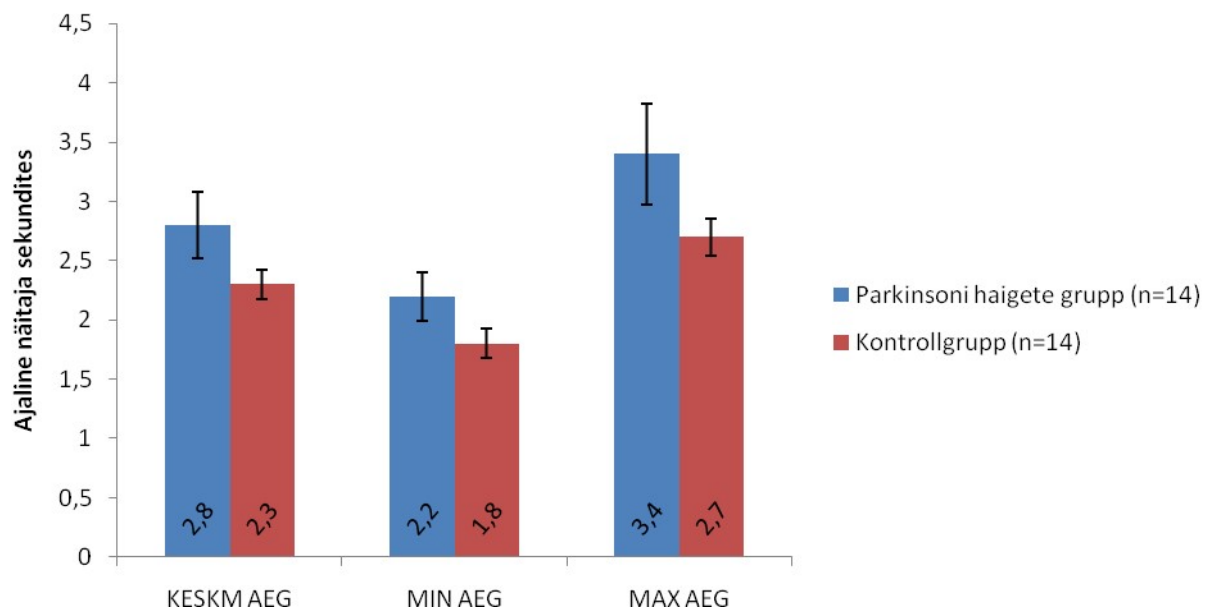


Joonis 4. Parkinsoni tõvega ning tervetest moodustatud kontrollgrupi pea-, puusa- ja põlveliigeste keskmine liigutusamplituut (kraadides) kõnni alustamisel (* $p < 0,05$)

Kahe grupi võrdluses posturaalsete parameetrite muutumise osas, seismisasendist kõndima asudes, leiti oluline statistiline erinevus üksnes pea liikuvuses ($p < 0,05$). Leiti, et PD haigete pea liikus, võrreldes omavahel alg- ning lõppasendit, keskmiselt $12,5^\circ$ võrra anerioorsemale, kontrollgrupil oli vastava näitaja keskmine 3,1 kraadi – ehk siis oluliselt väiksem ($p = 0,015$). Puusa- ning põlveliigeste ja põlvedevahekauguse näitajates statistilist olulist muutust ei leitud võrrelduna omavahel seismisasendit ning kõndima hakkamist PD haigete ja tervete uuritavate vahel.

4.3. Ajaliste näitajate erinevused kõnni alustamisel Parkinsoni tõvega ja tervetel uuritavatel

Joonis 5 illustreerib kõnni alustamise ajalisi parameetreid: kolme katse keskmine-, miinimum- ja maksimumsoorituse ajaline näitaja (sekundites), mis kulus 2,08m. läbimiseks. Statistiliselt olulist erinevust ajalistes parameetrites ei leitud.



Joonis 5. Parkinsoni tõvega ning tervetest moodustatud kontrollgrupi uuritavate võrdlus kõnni alustamise ajaliste parameetrite osas. **KESKM AEG**- kolme katse soorituse keskmine ajaline näitaja (sekundites); **MIN AEG**- soorituse miinimumväärtus (sekundites); **MAX AEG**- soorituse maksimumväärtus (sekundites)

4.3.1. Kõnnikiiruse näitajad PD haigetel ning tervetel uuritavatel

PD haigete ning kontrollgrupi uuritavate kõnnikiiruse vahelist statistilist olulist erinevust ei leitud. PD haigete ja kontrollgrupi uuritavate keskmine 2,08 m. läbimise kõnnikiirus on toodud tabelis 5.

Tabel 5. Parkinsoni tõvega ning tervetest moodustatud kontrollgrupi uuritavate keskmine kõnnikiirus (meetrit/sekundis) (keskmine \pm standardhälve)

	Parkinsoni haiged n=14	Kontrollgrupp n=14	Olulisuse nivoo (p)
Keskmine kõnnikiirus (m/s)	0,85 \pm 0,3	0,93 \pm 0,2	0,428

4.4. Subjektiivselt tajutud kõnniraskuste erinevused Parkinsoni tõvega uuritavatel ja tervetel eakaaslastel

Käesolevas töös ilmnes statistiliselt oluline erinevus ($p=0,002$) Parkinsoni haigete ja tervete vahel kõnniraskuse koguskoori, kodus kõndimise ($p=0,024$) ning väljas kõndimise ($p=0,001$) osas: PD grupi liikmed hindasid enesel esinevaid raskusi ootuspäraselt suuremaks. Tabelis 6 on välja toodud Parkinsoni haigete ja kontrollgrupi uuritavate keskmised subjektiivsed hinnagud enesel esinevate kõnniraskuse kohta 0-10 palli süsteemis.

Tabel 6. Parkinsoni tõvega ning tervetest moodustatud kontrollgrupi uuritavate hinnang subjektiivselt tajutud kõnniraskustele kodus, väljas ning treppidel liikumisel 0-10 palli süsteemis (keskmine \pm standardhälve)

	Parkinsoni haiged n=14	Kontrollgrupp n=14	Olulisuse nivoo (p)
Kodus kõndimine (pallides)	2,1 \pm 2,6	0,0 \pm 0,0	0,024*
Väljas liikumine (pallides)	3,5 \pm 2,9	0,1 \pm 0,2	0,001*
Trepist üles liikumine (pallides)	2,7 \pm 2,8	1,4 \pm 2,1	0,265
Trepist alla liikumine (pallides)	2,1 \pm 2,6	0,7 \pm 1,6	0,178
Koguskoor kõnniraskusele (pallides)	10,4 \pm 8,7	2,2 \pm 3,1	0,002*

* Statistiliselt oluline erinevus, $p < 0,05$

4.5. Seosed Parkinsoni tõvega ja tõveta isikutel subjektiivselt tajutud kõnniraskuste ning kõnni alustamise ajaliste parameetrite, vanuse ning kõnnikiiruse vahel

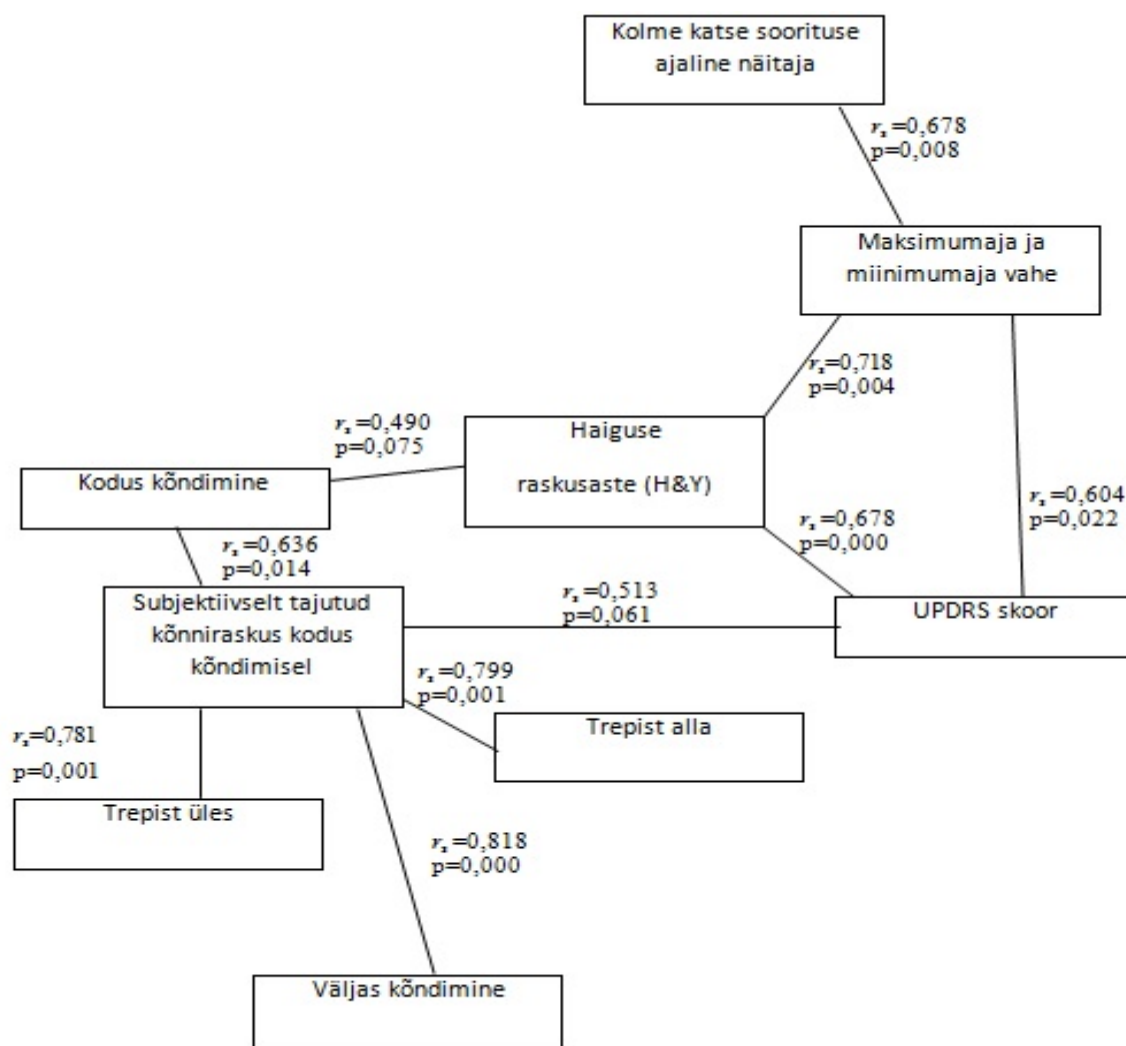
Kontrollgrupi uuritavatel leiti seos subjektiivselt tajutud kõnniraskuste koguskoori ja kahe erineva tegevuse vahel, milleks olid trepist üles ning alla kõndimine. Subjektiivselt tajutud kõnniraskuste ja kõnni alustamise ajaliste parameetrite, vanuse ning kõnnikiiruse vahel seost ei leitud ($p > 0,05$).

PD haigetel leiti seos subjektiivselt tajutud kõnniraskuste ja kõigi nelja eraldi seisva tegevuse (kodus- ning väljas kõndimise ja trepist üles- ja alla kõndimise) vahel. Subjektiivselt tajutud kõnniraskused ei seostunud kõnnikiirusega.

Tendents positiivseks mõõdukaks seoseks ($p = 0,075$) leiti PD haigetel subjektiivselt tajutud kõnniraskuse (täpsemalt kodus kõndimise) ja haiguse raskusastme vahel. Haiguse raskusastme ja kõnnikiiruse ning vanuse vahel seost ei leitud. Tugev positiivne seos haiguse

raskusastme (*H&Y*) ning ajaliste parameetrite vahel, täpsemalt 2,08m. distantssi läbimise maksimum- ning miinimumaja väärtuse vahel. Joonis 6 näitab detailsemalt eelpool mainitud parameetrite korrelatiivsete seoste innemist PD haigete grupis.

Lisaks leiti PD haigetel vanuse ja kõnnikiiruse ($r_s = -0,516$; $p < 0,05$) vahel leiti tugev negatiivne seos, mis näitab, et vanuse kasvades kõnnikiirus alaneb.



Joonis 6. Korrelatiivsed seosed PD haigetel haiguse raskusastme ning ajaliste parameetrite ning subjektiivselt tajutavate kõnniraskuste vahel

5. ARUTELU

Käesolevas magistritöös hinnati uuritavate posturaalseid ja ajalisi karakteristikuid kõnni alustusel ning nende seoseid subjektiivselt tajutud kõnniraskuste, vanuse, kõnnikiiruse ja haiguse raskusastme vahel.

Uurimistöö eesmärgiks oli analüüsida *Microsoft Kinectiga* tuvastavaid erinevusi kõnni alustamisel posturaalsetes ja ajalistes parameetrites ning kõnnikiiruses ja subjektiivselt tajutavates kõnniraskustes Parkinsoni tõvega patsientidel võrrelduna tervete eakaaslastega. Samuti hinnati seoste esinemist haiguse raskusastme ning subjektiivselt tajutavate kõnniraskuste, kõnni alustamise ajaliste parameetrite, vanuse ning kõnnikiiruse vahel.

5.1. Posturaalsed näitajad seistes ning kõnni alustamisel

Antud magistritöö raames vaadeldi posturalsetest näitajatest pea-, puusa- ja põlveliigete liikuvust. Alajäsemete hindamisest on välja jäetud hüppeliigese liikuvuse hindamine, kuna esmasel *Microsoft Kinectiga* hüppeliigese liigutusamplituudi hindamisel sagitaaltasapinnas registreerimisel tekkis „andmetühimikke“. Ka Delval et al., (2014) on enda uuringus välja toonud, et kasutades video- salvestise meetodit, on sagitaaltasapinnas sobilik hinnata puusa- ja põlveliigete liigutusamplituuti, kuid mitte hüppeliigese liikuvust. Ka Galna et al., (2014) on välja toonud, et *Microsoft Kinectiga* hinnatuna on liigesliikuvuse mõõtmistulemused täpsemad suurematel liigestel mõõdetuna.

Seega ei analüüsitud uuringus kõnni alustamist üksikute sammude lõikes, vaid analüüsiks kasutati staatilist seismisasendit ja esimeste sooritatud sammude „koondparameetreid“.

Antud töös leiti, et *Microsoft Kinectiga* registreeritu kohaselt ei erine seistes pea-, puusa- ning põlveliigete liigesnurgad Parkinsoni haigetel statistiliselt olulisel määral kontrollgrupi liikmete liigesnurkade näitajatest. Tulemused ei ühildu kirjandusest leituga, kus kirjeldatakse, et PD haigetele on võrreldes tervetega iseloomulik kehahoiu muutus, millega kaasneb pea liigne viimine anterioorsele ja puusa- ning põlveliigete kerge painutusasend seistes (Doherty et al., 2011). Võib oletada, et üheks võimalikuks erinevuste mitte leidmisele posturaalsete parameetrite hindamisel oli PD uuritavate teadlikkus hindamise osas: Cano-de-la-Cuerda et al., (2011) kohaselt võib teadlik kontroll enda kehahoiu suhtes viia hindamistulemuste mõjutamiseni.

Samuti viidi PD patsientide hindamine läbi *on-* faasis, mil üldiselt on motoorsed

sümptomid, sh ka kehaasendit mõjutav rigiidsus, väiksemad (Cano-de-la-Cuerda et al., 2011). Võimalik, et tulemusi võis mõjutada ka antud uuringus osalenud PD isikute haigusväljendatus. Nimelt osalesid uuringus kerge ning mõõduka PD-ga uuritavad. Ühelt poolt võis nende haigusväljendatus olla veel liiga vähene, et ilmneks erinevused tavalistest vanemaealistest, kellel samuti võib esineda hüperküfoosi (Sapkas et al., 2014), seda eriti naistel. Teisalt, haigusväljendatust näitav *H&Y* staadium peegeldab neuroloogi hinnangut haiguse väljendatusele üksnes haaratuse bilateraalsuse ja posturaalse ebastabiilsuse osas – kas ja kuivõrd vähesel määral uuritavatel rigiidsust esines, seda hinnata ei võimalda. Nii võisid uuringusse sattunud isikud olla pigem treemor-dominantse vormiga, mis võib põhjendada erinevuste mitte-tuvastamist staatilises seismissasendis.

Võimalik, et osalt on seismissasendis gruppide vahel erinevuste mitte-leidmine seotud ka kasutatud hindamismetoodikaga. Galna et al., (2014) on leidnud, et *Microsoft Kinect* ei suuda arvestada isiku anatoomiliste iserasuste ning olemasolevate markerite arv ei ole piisav hindamaks täpselt kõiki kehsegmente, mis võib tulemusi teha ebatäpsemaks. Kuna ei ole selge ka, kas ja kuidas *Microsoft Kinecti* tulemusi mõjutab uuritava treemori esinemine, on võimalik, et ka treemori olemasolu PD haigetel võis andmete registreerimist staatilises seismissasendis häirida. Uurijad leidsid, et hinnates PD haigeid *Microsoft Kinecti* abil, on tulemused täpsemad just ajalistes parameetrites ning liigesliikuvuse osas just suuremate liigeste hindamisel. Kõnni alustamisel pea-, põlve- ning puusaliigeste liigesnurkade ning põlveliigestevahelise kauguse näitajate osas statistilist olulist erinevust gruppide vahel ei leitud. Sarnase tulemusele jõudsid uurijad Rosin et al., (1997), kes kirjeldavad enda uuringus, küll aga hinnatuna optoelektronilise jälgimise *ELITE* seadmega kõnni alustusel PD haigete ja kontrollgrupivaheliste uuritavate vahel, kus ei leitud statistilist olulist erinevust puusa- ja põlveliigese fleksioonil. Ka Galna et al., tõid oma uuringus (2014) välja, et *Microsoft Kinect* kipub alahindama liigutusi sagitaaltasapinnas, eeskätt puusa- ja põlveliigese fleksioonil.

Kuigi käesolevas töös erinevust kahe grupi staatilises seismissasendis ei leitud, on oluline märkida, et kõnni alustusel toimus PD haigete pea asendis oluliselt suuremal määral anterioorsemale nihkumine kui kontrollgrupi liikmetel. PD haigetel kaasneb haiguse süvenedes kehahoiu muutus, mis väljendub kere ettepainutuses ning pea liigeses viimises anterioorsele (Borrione et al., 2014). Võimalik, et see on siiski märk rigiidusest, mis staatilises asendis ei ilmnenud, kuid keerulisema tegevuse kui tavalise seismise juures ilmnes. Seda mõtet kinnitab Doherty et al., (2011), kes kirjeldavad, et nii seistes kui kõndides kaasneb PD haigetel torakaalosa kuni 45 kraadne ettepainutus, millega kaasneb pea liigne viimine anterioorsele.

Vaadeldes tulemusi liigutusamplituudi osas kõnni alustamisel on selgelt näha, et PD haigete ja kontrollgrupiliikmete puusa- ning põlveliikuvus fleksioonil on madalam normväärtustest, milleks on $64,5^{\circ}$ (Rowe et al., 2000) järgi. Sarnase tulemuse leidsid ka Kadaba et al., (1990) mõõdetuna fotomeetriaal põhineva VICON seadmega, saadi põlveliigete liigutusamplituudiks kõndimisel 60° ning puusaliigese liigutusamplituudiks 40° tervetel uuritavatel.

Alajäsemete märgatavat liigesliikuvuse vähenemist sagitaaltasapinnas on kirjeldatud PD haigetel nii *on-* kui *off-* perioodil. Võrreldes liigutuste amplituudi ja kõnnikiirust, on leitud, et *off-* perioodil on liigutuste amplituud rohkem haaratud. Kirjeldatakse, et alajäsemete liigesliikuvus sagitaaltasapinnas ei sõltu PD haigete kehapoole haaratusest (Barbieri et. al., 2014; Espay et. al., 2009; Delval et. al., 2008). Samas vaadeldes lähemalt gruppidevahelist liigesliikuvust on näha, et PD haigete parema põlve ning vasaku puusaliigese liikuvus on statistiliselt oluliselt erinev kontrollgrupi näitajatest, sealjuures PD haigete liigesliikuvus on suurem, olles siiski mõlemas grupis allpool normväärtusi. Uuringutes (Barbieri et al., 2014; Espay et al., 2009; Delval et al., 2008) on välja toodud, et PD haigetel võib esineda kõnni alustamisel suurt varieeruvust liigesnurkade näitajate osas, mis võis ka antud töö raames mõjuvaks faktoriks olla. Sarnase tulemuseni jõudsid ka Pfister et al., (2014), kes tõid välja, et *Microsoft Kinect*iga hinnates on seade alahinnanud puusa- ja põlveliigete fleksiooni ning ülehinnanud ekstensioonliigutust.

PD haigete ning kontrollgrupi liikmete vahelises võrdluses põlveliigete vahelises kauguses erinevust ei leitud ei seistes ega ka kõnni alustamisel, mis on kooskõlas ka Bovonsunthonchai et al., (2013) ja Eltoukhly et al., (2017) kirjeldatud uuringute tulemustega. Vähenenud toepinna laius on oluline kõnni alustamisel, nõudes tugevat propriotseptiivset koordinatsiooni motoorse käskluse ja posturaalse kohanemise vahel (Mancini, 2009). Arvestades, et PD haigete ning kontrollgrupi uuritavatel ei leitud olulist erinevust põlveliigestevahelises kauguses, siis antud tulemus toetab eelnevaid posturaalseid ja ajalis-ruumilisi tulemusi, kus kõnni alustamisel olulist raskust ei ilmennud.

5.2. Ajalis-ruumiliste näitajate erinevused kõnni alustamisel Parkinsoni tõvega ja tervetel uuritavatel

Kõnni alustamise ajalisteks parameetriteks võeti kolme katse keskmise tulemuse ning miinimum- ja maksimumaja, mis kulus uuritaval 2,08 m. läbimiseks. Kõnnikiiruse arvutamiseks võeti distantiks 2,08 meetrit ning selle läbimiseks kuluva (kolme katse keskmise) aja.

Kuigi *Microsoft Kinect* peaks olema täpsem just ajaliste parameetrite registreerimisel, Galna et al., (2014) kohaselt, ei leitud käesolevas töös ajalistes näitajates erinevust PD haigete ning tervete kontrollgrupi uuritavate vahel. Ajaliste parameetrite käsitlest võib teadusuuringutest valdavalt leida kõnnikiiruse hindamist. Mirek et al., (2016) kohaselt on üheks iseloomujooneks PD haige kõnnihäires just vähenenud kõnnikiirus. Kahjuks ei leia teadusuuringutes, ajaliste parameetrite käsitletuna, PD haigete puhul seismisasendist esimese sammu teostamiseks kuluvat aega, mis oleks huvitav diferentseerimaks PD haigetel stardiraskusele kuluvat aega võrrelduna tervete inimeste esimese sammu teostamiseks kuluva ajaga. Paraku ka käesolevas uuringus ei võimaldanud *Microsoft Kinect* selliseid ajalisi parameetreid fikseerida.

PD haiged läbisid distantssi 2,08m. sama ajaga kui kontrollgrupiliikmed. Eltoughly et al., (2017) leidsid, et mõõdetuna *Microsoft Kinectiga*, on PD haigete kõnnikiirus $0,83 \pm 0,16$ m/s ning tervete eakaaslaste kõnnikiirus $1,06 \pm 0,15$ m/s. Kuigi statistilist olulist erinevust kõnnikiiruses ei ilmnenud, on näha, et käesoleva töö PD haigete kõnnikiiruse näitaja ($0,85$ m/s $\pm 0,3$ m/s) on sarnane nii Eltoughly et al., (2017) tulemusega kui ka Elbers et al., (2013) uuringuga, kus osales enam kui 150 PD haiget (keskmise vanusega 67,06 eluaastat) saadi keskmiseks kõnnikiiruseks $0,84 \pm 0,2$ m/s.

Samas jäi käesolevas töös kontrollgrupi uuritavate kõnnikiirus $0,93 \pm 0,2$ m/s, mis on madalam kirjanduse leitud normväärtustega. Graham et al., (2011) toovad välja, et vanemaealiste kõnnikiirus jääb vahemikus $0,90 - 1,3$ m/s. Seega on ilmselt gruppidevahelise erinevus mitte leidmine kõnnikiiruses seotud pigem kontrollgrupi kehvema sooritusega. Kontrollgrupiliikmete kõnnikiirust võis mõjutada see, et ehk esines neil siiski kaasuvaid haigusi, mis tulemusi mõjutada võisid. Kuna uurijatel puudus ligipääs uuritavate arstlikele epikriisidele ning muule meditsiinilisele infole, siis tugineti vaid uuritavate öeldule. Kõnnikiiruse alanemine võib olla seotud näiteks kardio-respiratoorsete või südame-veresoonkonna haiguste esinemise korral. Ka on võimalik, et väike mõju tulemustele oli ka sellel, et kontrollgrupis oli üks naissoost uuritav rohkem, sest on leitud, et kõnnikiiruse vähenemine on seostatav naissooga (ning vanusega) (Paker et al., 2015).

5.3. Subjektiivselt tajutud kõnniraskused ning nende seosed liigutusanalüüsi näitajate, vanuse ning haiguse raskusastme vahel

Subjektiivselt tajutavate kõnniraskuste osas andsid uuritavad hinnangu (0-10 palli) neljas erinevas valdkonnas: kodus kõndimine; väljas kõndimine; trepist üles kõndimine; trepist alla kõndimine. Nende summana arvutati kõnniraskuste koguskoor.

Antud töös tuvastati ootuspäraselt, et PD haiged hindasid subjektiivselt enesel esinevaid kõnniraskusi suuremateks võrreldes kontrollgrupi uuritavatega. PD haigetel olid kõnniraskused ootuspärased, kuna kõnnifunktsioonihäire on üks sagedamini esinev sümptom Parkinsoni tõve korral (Ebersbach et al., 2013). Arvestades, et PD haiged tarvitavad PD korral spetsiifilisi ravimeid, siis on seostatud ka ravimi (levodopa) vahetust kõnniraskustega (Mancini, 2009).

Statistiliselt oluline erinevus ilmnes kahe grupi vahel subjektiivselt tajutud kõnniraskustes kodus ning väljas kõndimisel. Samuti oli statistiline oluline erinevus ka koguskoori vahel, kus summeeriti nelja erineva tajutud kõnniraskuse valdkonna hinded kokku. Elbers et. al., (2013) tõid enda uuringus välja, et väljas kõndimine on raskendatud PD haigetel, kelle kõnnikiirus jääb 0,82 – 1,14 m/s vahele. Antud tulemused ühilduvad ka antud magistritöös tuvastatud andmetega. Lamont et al., (2011) on välja toonud, et kõnniraskused esinevad tihti just kõnnikiiruse alanedes, mis ilmnes ka käesoleva töö tulemustest.

Kontrollgrupi uuritavatel subjektiivselt tajutud kõnniraskuste ja kõnni alustamise ajaliste parameetrite, vanuse ning kõnnikiiruse vahel seost ei leitud. See on ilmselt tingitud sellest, et kontrollgrupi tajutavad raskused jäid nii madalale tasemele. Samas vaadeldes tulemusi on näha, et kõigist neljast erinevast tegevusest hindasid kontrollgrupiliikmed raskeimaks trepil kõndi. Võimalik, et see on seotud liigesvaluga või muude kaasuvate haigustega, millele käesolevas uurimistöös ei keskendutud (ehkki nende esinemise kohta küsiti uuringusse kaasamise väljalülitava tingimuste selgitamiseks).

Kindlasti on seoste mitte-leidmisel üks aspekt ka väike valim. Võimalik, et kõnniraskused ei seostunud vanusega, sest kontrollgrupi uuritavate vanuseline struktuur oli üsna homogeenne. Samas arvestades, et kontrollgrupi uuritavad ei hinnanud kõnniraskusi kõrgetele hinnetele, saab oletada, et neil ei esinenudki eriti kõnniraskusi, mis on loogiline seletus saadud tulemustele seoste puudumisel kõnnikiiruse ning kõnniraskuste vahel.

Tugev negatiivne seos leiti PD haigete grupis vanuse ning kõnnikiiruse vahel, mis näitab vanuse suurenedes kõnnikiiruse langust. Antud tulemust kinnitavad ka Parker et al., (2015) ning Hausdorff (2009), kus kirjeldatakse negatiivset korrelatsiooni kõnnikiiruse ning

vanuse vahel. Kõnnikiiruse, vanuse ning haiguse raskusastme vahel seost ei leitud, mis võib olla tingitud ebapiisava valimi suurusest ning madala haiguse raskusastmest (keskmne raskusaste oli 2,1 *H&Y* skaalal, samas, kui uuringusse kaasamiseks oli kriteeriumiks 1,5 kuni 3). Tendents postitiivseks seoseks ilmnas ka koduses keskkonnas tekkiva kõnniraskuse ja haigusastme vahel. Lamount et al., (2012) uuringus ilmnas, et PD haigete enesehinnangulistes küsimustikes on välja toodud kõnniraskuste põhjustajana treppide olemasolu. Seega on loogiline antud magistritöös leitud tulemus, mis seostab trepil kõndi väljas liikumisega.

Lisaks leiti tugev seos haiguse raskusastme ning katse soorituse ajalise varieeruvuse vahel. Ajaline varieeruvus näitas, et PD haigete maksimaalse ning minimaalse ajalise soorituse näitajate vahe suurenes koos haiguse raskusastmega. Tulemused näitavad, et mida kõrgem on PD haiguse raskusaste, seda erinevamalt sooritavad PD haiged ajalises mõttes kõndimist ehk siis ei pruugi kõrge haiguse väljendatus automaatselt näidata kõnnikiiruse alanemist.

Käesolevast tööst selgus, et PD haigete subjektiivselt tajutavad kõnniraskused on omavahel seoses. Ilmselt võib antud tulemust pidada ootuspäraseks, kuid siiski saab sellest ka väita, et PD haigetel ei esine kõnniraskused vaid ühes konkreetses tegevuses, vaid nii sise- kui väliskeskkonnas tajutud kõnniraskused ja trepil esinevad kõnniraskused on omavahel tugevas seoses. See on oluline teadmine just PD haigete edaspidiseks füsioterapeutiliseks käsitlemiseks, kuna tavapäraselt keskendutakse teraapias üksnes tasapinnalisele sisetingimustes toimuvale kõnnitreeningule, mis ei ole saanud tulemuste valguses põhjendatud.

Subjektiivselt tajutud kõnniraskused ei seostunud PD haigetel kõnnikiiruse ega posturaalsete karakteristikutega, mis võib olla seotud valimi suurusega, aga ka eelpool arutluse all olnud *Microsoft Kinecti* meetoodika võimaliku ebatäpsusega.

Käesoleva magistritöö tugevuseks võib välja tuua meetoodika, mis on suhteliselt uudne ning stereo-fotomeetrial põhinev 3D liigutusanalüüs. Kirjanduses leidub vähe uuringuid, mis käsitlevad *Microsoft Kinectiga* hinnatuid PD haigeid ning ka terveid inimesi. Senini on käesoleva töö autorile teadaolevalt antud meetoodikaga uurimata täielikult kõnni alustamine, mis teeb antud töö uut informatsiooni pakkuvaks. Samuti on valdav osa Parkinsoni tõve alast kõnniga seonduvat kirjandust keskendunud kõnnikiirusele, sammupikkusele ning liikuvusamplituudidele tavapärase kõnni raames ning kõnni alustamisele pole suurt rõhku pööratud. Antud töö tugevuseks on teema ja kasutatud meetoodika uudsus.

Töös on välja toodud ka võimalikud potentsiaalsed ebatäpsused, mis kaasnesid *Microsoft Kinectiga* uurimisel. Töö autor on seisukohal, et see omab tähendust nii

olemasolevate uuringute tulemuste tõlgendamisel kui ka erinevate metoodikate edasiarenduste kavandamisel.

Kokkuvõtteks võib öelda, et teema on aktuaalne ning käesoleva töö autori arvates väärib töös kasutatud metoodika edasi arendamist ning täiendavaid uuringuid, sest on reaalne vajadus kliinilises keskkonnas lihtsasti kasutatava ja täpse metoodika järele, mis aitaks erinevaid siirdumisi füsioterapeutidel objektiivsemalt hinnata. Antud töö autori arvates oleks vajalik teostada võrdlevaid uuringuid ka *Microsoft Kinecti* ja statsionaarse kõnnilabori poolt registreeritud PD haigete ajaliste ning posturaalsete karakteristikute osas. Samuti on asjakohane Parkinsoni tõvega patsientide kõnnifunktsiooni parandamisele suunatud teraapia planeerimise arvesse võtta ka patsiendi enese hinnanguid esinevate häirete ja piirangute ulatuse ning tõsiduse osas.

6. JÄRELDUSED

1. *Microsoft Kinectiga* hinnatuna on Parkinsoni haigete seismisasend sarnane tervete eakaaslastega.
2. *Microsoft Kinectiga* hinntuna on kõnni alustamises posturaalsete näitajate osas terved ja Parkinsoni tõvega uuritavad sarnased, välja arvatud parema põlve- ja vasaku puusaliigese liigutusamplituudi ning pea liikuvuse osas, mis on PD haigetel suurem.
3. Kõnni alustamise hindamiseks kasutatud 2,08 meetri pikkuse distantssi läbimise ajalised parameetrid hinnatuna *Microsoft Kinectiga* on Parkinsoni tõvega isikutel ning tervetel eakaaslastel sarnased.
4. Kerge ja mõõduka haigusväljendatusega PD haiged hindavad subjektiivselt tajutavaid kõnniraskusi suuremateks võrrelduna tervete eakaaslastega, sealhulgas on raskused suuremad kodus, kodust väljas liikumises, aga mitte treppidel liikumise osas.
5. Parkinsoni tõvega uuritavatel ja tervetel eakaaslastel ei seostu subjektiivselt tajutud kõnniraskused kõnni alustamise ajaliste näitajatega.
6. Tervetel vanemaealistel ei seostu subjektiivselt tajutud kõnniraskused vanuse ning kõnnikiirusega kõnni alustamisel.
7. PD uuritavatel seostub haiguse raskusaste subjektiivselt tajutavate kõnniraskuste ning kõnni alustamise ajaliste parameetritega, kuid mitte vanusega.
8. Parkinsoni tõvega uuritavate kõnnikiirus on seda aeglasem, mida vanem on isik.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Baradaran N, Tan SN, Liu A, Ashoori A, Palmer SJ, et al. Parkinson's Disease Rigidity: Relation to Brain Connectivity and Motor Performance. *Front Neurol* 2013; 4: 67.
2. Barrett MJ, Wylie SA, Harrison MB, Wooten GF. Handedness and motor symptom asymmetry in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2011; 82(10): 1122-1124.
3. Barbieri FA, Batistela RA, Rinaldi NM, Teixeira-Arroyo C, Stella F, et al. Effects of physical exercise on articular range of motion of the lower limb in the Parkinson's disease individuals. *Fisioter Pesqui* 2014; 21: 2.
4. Błaszczyk JW. Nigrostriatal interaction in the aging brain: new therapeutic target for Parkinson's disease. *Acta Neurobiol Exp* 2017; 77: 106–112.
5. Borriore P, Tranchita E, Sansone P, Parisi A. Effects of physical activity in Parkinson's disease: A new tool for rehabilitation. *World J Methodol* 2014; 4(3): 133–143.
6. Callisaya ML, Blizzard L, Martin K, Srikanth VK. Gait initiation time is associated with the risk of multiple falls—A population-based study. *Gait Posture* 2016; 49: 19–24.
7. Cano-de-la-Cuerda R, Pérez de Heredia M, Miangolarra-Page JC, Muñoz-Hellín E, Fernández de las Peñas C. Is there muscular weakness in Parkinson's disease? *American Phys Med Rehab* 2010; 89(1): 70-76.
8. Cano-de-la-Cuerda R, Vela-Desojo L, Miangolarra-Page JC, Macías-Macías Y, Muñoz-Hellín E. Axial rigidity and quality of life in patients with Parkinson's disease: a preliminary study. *Qual Life Res* 2011; 20(6): 817-23.
9. Chen PH, Wang RL, Liou DJ, Shaw JS. Gait Disorders in Parkinson's Disease: Assessment and Management. *Int J Gerontol* 2013; 7(4): 189-193.
10. Combs SA, Diehl MD, Filip J, Long E. Short-distance walking speed tests in people with Parkinson disease: Reliability, responsiveness, and validity. *Gait Posture* 2014; 39(2): 784-788.
11. Delval A, Moreau C, Bleus S, Tard C, Ryckewaert G, et al. Auditory cueing of gait initiation in Parkinson's disease patients with freezing of gait. *Clin Neurophysiol* 2014; 125(8): 1675–1681.

12. Delval A, Salleron J, Bourriez JL, Bleuse S, Moreau C, et. al. Kinematic angular parameters in PD: Reliability of joint angle curves and comparison with healthy subjects. *Gait Posture* 2008; 28: 495–501.
13. Doherty KM, van de Warrenburg BP, Peralta MC, Silveira-Moriyama L, Azulay JP, et.al. Postural deformities in Parkinson's disease. *Lancet Neurol* 2011; 10(6): 538-549.
14. Ebersbach G, Moreau C, Gandor F, Defebvre L, Devos D. Clinical Syndromes: Parkinsonian Gait. *J Mov Disord* 2013; 28(11): 1552-1559.
15. Elbaz A, Carcaillon L, Kab S, Moisan F. Epidemiology of Parkinson's disease. *Rev Neurol* 2016; 172(1): 14-26.
16. Elbers RG, van Wegen EE, Verhoef J, Kwakkel G. Is gait speed a valid measure to predict community ambulation in patients with Parkinson's Disease? *J Rehabil Med* 2013; 45(4): 370-375.
17. Eltoukhy M, Kuenze C, Oh J, Jacopetti M, Wooten S. Microsoft Kinect can distinguish differences in over-ground gait between older persons with and without Parkinson's disease. *Med Eng Phys* 2017; 44: 1-7.
18. Espay AJ, Beaton DE, Morgante F, Gunraj CA, Lang AE, et. al. Impairments of Speed and Amplitude of Movement in Parkinson's Disease: A Pilot Study. *J Mov Disord* 2009; 24(7): 1001-1008.
19. Frazzitta G, Pezzoli G, Bertotti G, Maestri R. Asymmetry and freezing of gait in parkinsonian patients. *Neurol* 2013; 260(1): 71-76.
20. Galna B, Barry G, Jackson D, Mhiripiri D, Olivier P, et al. Accuracy of the Microsoft Kinect sensor for measuring movement in people with Parkinson's disease. *Gait Posture* 2014; 39: 1062–1068.
21. Graham JE, Fisher SR, Berges IM, Kuo YF, Ostir G. Walking Speed Threshold for Classifying Walking Independence in Hospitalized Older Adults. *Phys Ther* 2010; 90(11): 1591-1597.
22. Hass CJ, Buckley TA, Pitsikoulis C, Barthelemy EJ. Progressive resistance training improves gait initiation in individuals with Parkinson's disease. *Gait Posture* 2012; 35(4): 669–673.
23. Hausdorff JM. Gait dynamics in Parkinson's disease: Common and distinct behavior among stride length, gait variability, and fractal-like scaling. *Chaos* 2009; 19(2): 026113.
24. Jankovic J, Aguilar GL. Current approaches to the treatment of Parkinson's disease. *Neuropsych Dis Treat* 2008; 4(4): 743–757.

25. Jankovic J, Stacy M. Medical management of levodopa-associated motor complications in patients with Parkinson's disease. *CNS Drugs* 2007; 21(8): 677-692.
26. Kadaba MP, Ramakrishnan HK, Wooten ME. Measurement of Lower Extremity Kinematics During Level Walking. *J Orthop Res* 1990; 8: 383-392.
27. Lamont RM, Morris ME, Woollacott MH, Brauer SG. Community walking in people with Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis* 2012; 2012: 856237.
28. Lees AJ. Parkinson's disease. *Pract Neurol* 2010; 10(4): 240-246.
29. Lissenko H. Mitme Kinecti kasutamise pööramisliigutuse registreerimiseks. Magistritöö, Tallinn, 2015
30. Mancini M, Zampieri C, Carlson-Kuhta P, Chiari L, Horak FB. Anticipatory postural adjustments prior to step initiation are hypometric in untreated Parkinson's disease: an accelerometer-based approach. *Eur J Neurol* 2009; 16(9): 1028-34.
31. Massano J, Bhatia KP. Clinical Approach to Parkinson's Disease: Features, Diagnosis, and Principles of Management. *Cold Spring Harb Perspect Med* 2012; 2(6): a008870.
32. Mirek E, Kubica JL, Szymura J, Pasiut S, Rudzińska M, et al. Assessment of Gait Therapy Effectiveness in Patients with Parkinson's Disease on the Basis of Three-Dimensional Movement Analysis. *Front Neurol* 2016; 7: 102.
33. Okada Y, Fukumoto T, Takatori K, Nagino K, Hiraoka K. Abnormalities of the First Three Steps of Gait Initiation in Patients with Parkinson's Disease with Freezing of Gait. *Parkinsons Dis* 2011; 2011: 202937.
34. Paker N, Bugdayci D, Goksenoglu G, Demircioğlu DT, Kesiktas N, et al. Gait speed and related factors in Parkinson's disease. *J Phys Ther Sci* 2015; 27(12): 3675–3679.
35. McCandless PJ, Evans BJ, Janssen J, Selfe J, Churchhill A, et al. Effect of three cueing devices for people with Parkinson's disease with gait initiation difficulties. *Gait Posture* 2016; 44: 7–11.
36. Pfister A, West AM, Bronner S, Noah JA. Comparative abilities of Microsoft Kinect and Vicon 3D motion capture for gait analysis. *J Med Eng Technol* 2014; 38(5): 274-80.
37. Roemmich RT, Nocera JR, Vallabhajosula S, Amano S, Naugle KM, et al. Spatiotemporal variability during gait initiation in Parkinson's disease. *Gait Posture* 2012; 36(3): 340-343.
38. Rosin R, Topka H, Dichgans J. Gait initiation in Parkinson's disease. *J Mov Disord* 1997; 12(5): 682-690.

39. Rowe PJ, Myles CM, Walker C, Nutton. Knee joint kinematics in gait and other functional activities measured using flexible electrogoniometry: how much knee motion is sufficient for normal daily life? *Gait Posture* 2000; 12: 143-155.
40. Sapkas G, Lykomitros V, Soultanis K, Papadopoulos EC, Papadakis M. Spinal Surgery in Patients with Parkinson's Disease: Unsatisfactory Results, Failure and Disappointment. *J Open Orthop* 2104; 8: 264-267.
41. Sinanović O, Hudić J, Zukić S, Kapidžić A, Zonic L, et al. Depression and dementia in Parkinson's disease. *Acta Clin Croat* 2015; 54(1): 73-76.
42. Taba P, Asser T, Krikmann Ü, Tomberg T, Paris M, et al. Parkinsoni tõve Eesti ravijuhend. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus; 2008.
43. The World's Largest Hardcore Training Site <https://www.t-nation.com/training/advanced-glute-training> (01.05.2017)
44. Tolleson CM, Fang JY. Advances in the mechanisms of Parkinson's disease. *Discov Med* 2013; 15(80): 61-66.
45. Zach H, Dirkx M, Bloem RB, Helmich RC. The Clinical Evaluation of Parkinson's Tremor. *Parkinsons Dis* 2015; 5(3): 471-474.
46. Williams JR, Hirsch ES, Anderson K, Bush AL, Goldstein SR, et. al. A comparison of nine scales to detect depression in Parkinson disease. Which scale to use? *Neurol* 2012; 78(13): 998–1006.

TÄNUAVALDUS

Täna enda magistritöö juhendajaid Kadri Medijainenit ja Pille Taba põhjaliku juhendamise ja meeldiva koostöö eest.

Samuti täna kõiki uuringus osalenuid vaatlusaluseid, Tallinna Tehnikaülikooli vanemteadur Sven Nõmm`e *Microsoft Kinecti* andmete töötlemise eest ning teisi kaasuurijaid.

Lisa 1. Hoehn ja Yahr skaala

Stadium	Kliiniline kirjeldus
1.0	Ühepoolne haaratus
1.5	Ühepoolne ja aksiaalne (kehatüve)haaratus
2.0	Kahepoolne haaratus ilma tasakaaluhäireteta
2.5	Kerge kahepoolne haigus; suudab taastada tasakaalu retropulsiooni (tõmbamise) testil
3.0	Kerge kuni mõõdukas kahepoolne haigus, mõningane posturaalne ebastabiilsus; füüsiliselt sõltumatu
4.0	Raske puue; siiski suuteline käima ja seisma abita
5.0	Ratastoolis või voodis; vajab abi

Viide: Taba et al., 2008

Lisa 2. Töödeldud andmete kontrollgrupiliikme näidis koos numbrilise kombinatsiooniga

Exercise 1								
	Motion 1							
	Abs. time	Time L.	1 2 4	1 4 18	1 4 14	17 18 19	13 14 15	Knee dist.
Attempt 1	1,404	0	171,3517	165,6728	157,9768	167,3139	168,3309	0,323752
	3,2	1,796	170,4539	165,7702	164,0961	173,759	157,086	0,231043
Attempt 2	5,972	0	167,4746	166,4969	165,9049	165,7232	165,8375	0,224242
	8,668	2,696	167,9463	168,5967	166,433	171,1502	168,1751	0,169275
Attempt 3	11,94	0	168,9318	166,7163	164,396	171,1923	167,9401	0,220165
	14,104	2,164	164,0208	167,442	168,8394	173,8643	166,9525	0,164649
Min		1,796	162,7676	151,9294	153,9827	153,2878	148,2578	0,164649
Max		2,696	176,439	170,3765	169,1397	176,4215	173,0945	0,323752

Näitena on toodud välja numbriliste kombinatsioonide ja lühendite tähistused.

1 2 4 – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud pea liigesnurga näitaja; 1 4 18 – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud parema puusaliigesnurga näitaja; 1 4 14 – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud vasaku puusaliigesnurga näitaja; 17 18 19 – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud parema põlveliigesnurga näitaja; 13 14 15 – *Microsoft Kinecti* poolt registreeritud vasaku põlveliigesnurga näitaja; Knee dist – põlveliigeste vaheline kaugus (sentimeetrites); Attempt 1 – esimene katse; Time L – katse soorituse aeg; Min- uuritava liigesnurga miinimumväärtus registreerituna *Microsoft Kinecti* poolt; Max- uuritava liigesnurga maksimumväärtus registreerituna *Microsoft Kinecti* poolt; Abs.time – kolme katse testimise üldae

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Eveli Tamm (sünnikuupäev: 30.04.1987),

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Erinevused kõnni alustamisel *Microsoft Kinectiga* tuvastatavates posturaalsetes ja ajalistes parameetrites ning kõnnikiiruses ja subjektiivselt tajutavates kõnniraskustes Parkinsoni tõvega patsientidel ning tervetel eakaaslastel,

mille juhendajad on Kadri Medijainen, MSc ja Pille Taba, MD, PhD,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 08.05.2017.